

## Magnetic position sensing unit

**Publication number:** DE19621886

**Publication date:** 1997-12-04

**Inventor:** SPIES ALFONS DIPLO ING (DE)

**Applicant:** HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES (DE)

**Classification:**

- **international:** G01D5/20; G01D5/12; (IPC1-7): G01B7/02; G01B7/30;  
G01D5/22

- **European:** G01D5/20C1

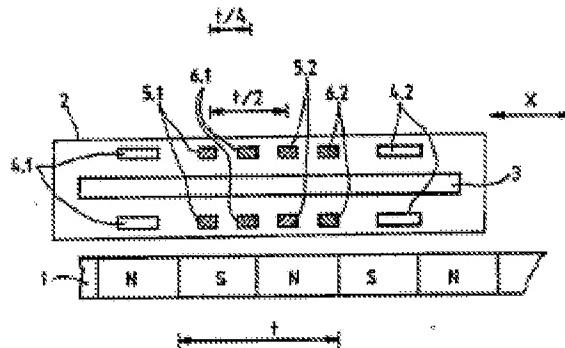
**Application number:** DE19961021886 19960531

**Priority number(s):** DE19961021886 19960531

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19621886

The flux gate sensor (2) consists of a permalloy carrier with two excitation coil pairs (4.1, 4.2), driven at a frequency typically 40 kHz, at either end of a set of sensor coil pairs (5.1, 5.2, 6.1, 6.2). The magnetic encoder (3) has a periodic magnetisation at a spatial interval  $t$ . The sensor coil pairs consist of two sets spaced at intervals  $t/4$ . The relative movement of the encoder thus produces amplitude modulated signals from the two sensor coil sets, with a 90 degree phase shift, to provide the directional sensing. The sensors are produced by using thin film techniques on a silicon substrate, with CMOS technology to achieve very small intervals.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 196 21 886 A 1**

(51) Int. Cl. 6:  
**G 01 B 7/02**  
G 01 B 7/30  
G 01 D 5/22

(21) Aktenzeichen: 196 21 886.1  
(22) Anmeldetag: 31. 5. 96  
(43) Offenlegungstag: 4. 12. 97

DE 196 21 886 A 1

(71) Anmelder:

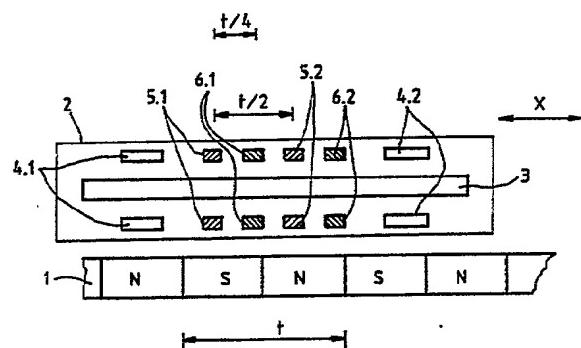
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,  
DE

(72) Erfinder:

Spies, Alfons, Dipl.-Ing., 83358 Seebruck, DE

(54) Magnetische Positionsmeßeinrichtung

(57) Eine magnetische Positionsmeßeinrichtung zur Bestimmung der Relativlage zweier zueinander beweglicher Objekte umfaßt mindestens einen Fluxgate-Sensor zur Abtastung einer periodisch magnetisierten Meßteilung mit der Teilungsperiode  $t$ . Der Fluxgate-Sensor besteht aus mindestens einer Erregerspule sowie mindestens zwei um einen weichmagnetischen Trägerkörper angeordneten Sensorspulen, die zueinander im Abstand  $(t/m + k \cdot t)$  angeordnet sind, wobei  $k = 0, 1, 2, \dots$  gilt und  $m$  eine rationale Zahl größer als 1 ist. Als vorteilhaft erweist sich insbesondere die kompakte Gesamtanordnung sowie die Möglichkeit der Abtastung kleiner Teilungsstrukturen (Figur 1A).



DE 196 21 886 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 97 702 049/303

9/24

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetische Positionsmeßeinrichtung zur Bestimmung der Relativlage zweier zueinander beweglicher Objekte, bei der eine periodisch magnetisierte Meßteilung mittels mindestens eines Fluxgate-Sensors zur Erzeugung positionabhängiger Ausgangssignale abgetastet wird.

Neben bekannten Positionsmeßeinrichtungen auf optischer Basis sind desweiteren verschiedenste Ausführungen von magnetischen Positionsmeßeinrichtungen bekannt. Derartige magnetische Positionsmeßeinrichtungen sind speziell für Anwendungen interessant, in denen ein hoher Verschmutzungsgrad der Meßsysteme zu erwarten ist, beispielsweise im Werkzeugmaschinenbereich. Sämtlichen bekannten magnetischen Positionsmeßeinrichtungen ist hierbei gemeinsam, daß eine periodisch magnetisierte Meßteilung mit Hilfe einer Abtasteinheit abgetastet wird, die geeignete magnetfeldempfindliche Sensoren enthält. Die magnetfeldempfindlichen Sensoren liefern beim Relativversatz von Meßteilung und Abtasteinheit periodisch amplitudenmodulierte Ausgangssignale, die bekannten Auswerte- und Interpolationseinrichtungen zugeführt werden. Dort erfolgt die Erzeugung der inkrementellen Zählpulse als positionabhängige Signale.

Neben Hall-Sensoren und magnetoresistiven Sensoren sind als magnetfeldempfindliche Sensoren für diesen Zweck auch bereits sogenannte Fluxgate-Sensoren vorgeschlagen worden. Zum Einsatz derartiger Sensoren in Winkelmeß-Systemen sei an dieser Stelle etwa auf die EP 0 145 882 sowie die EP 0 191 223 verwiesen.

Als Fluxgate-Sensor wird üblicherweise ein Sensor- element bezeichnet, das aus einem Trägerkörper bzw. Sensorkern aus weichmagnetischem Material besteht, um den wiederum mehrere Erreger- und Sensorspulen gewickelt werden. Die Erregerspulen werden über eine hochfrequente Wechselspannung gespeist, wodurch im Trägermaterial ein magnetischer Wechselfluß erzeugt wird, der in den Sensorspulen eine bestimmte Wechselspannung induziert. In der Nähe eines äußeren, zusätzlichen Magnetfeldes, welches den Trägerkörper durchsetzt, ändern sich Form und Amplitude der in den Sensorspulen induzierten Spannungen. Die Änderung der in den Sensorspulen registrierten Spannung, d. h. die Änderung der Aussteuerbarkeit der Wechselmagnetisierung wird dabei zur Detektion des äußeren Magnetfeldes ausgewertet.

Hinsichtlich weiterer Details zur Funktionsweise und dem Aufbau von Fluxgate-Sensoren sei an dieser Stelle zusätzlich auf die Veröffentlichung von H. Hauser, M. Gauglitsch mit dem Titel "Fluxgate-Sensoren: Funktionsweise, Bauformen, Werkstoffe" in Technisches Messen 61 (1994) 6, S. 235 – 247 verwiesen.

Die oben zitierten Druckschriften liefern jedoch keine Hinweise, wie ein derartiger Fluxgate-Sensor innerhalb einer magnetischen Positionsmeßeinrichtung auszuführen ist, um insbesondere magnetische Meßteilungen mit kleiner Periodenlänge zuverlässig abzutasten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine magnetische Positionsmeßeinrichtung zu schaffen, bei der als magnetfeldempfindliche Sensoren Fluxgate-Sensoren eingesetzt werden können. Hierbei sollte möglichst zuverlässig die Abtastung der periodisch-variirenden Maßstabsteilung mit möglichst kleiner Periodenlänge sowie eine Richtungsdiskriminierung möglich sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine magnetische

Positionsmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Durch die erfindungsgemäße Relativanordnung der eingesetzten Sensorspulen am verwendeten Fluxgate-Element ist nunmehr sichergestellt, daß bei einer Relativbewegung zwischen dem Fluxgate-Sensor und dem periodisch magnetisierten Maßstab zwei amplitudenmodulierte Signale resultieren, die einen definierten Phasenversatz zueinander aufweisen. Beispielsweise kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ein Signal-Phasenversatz von  $90^\circ$  realisiert werden, der eine Weiterverarbeitung der Signale in bekannter Art und Weise ermöglicht. Über die erfindungsgemäße Anordnung ist somit eine zuverlässige und eindeutige Richtungsdiskriminierung sowie der Einsatz kleiner Meßteilungen und damit eine hohe Auflösung des Meßsystems möglich.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird das Fluxgate-Sensorelement in Dünnschichttechnik gefertigt. Hierdurch ist ein besonders kompakter Aufbau des kompletten Sensorelementes gewährleistet, was ebenfalls die Verwendung sehr kleiner Maßstabsteilungen ermöglicht.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

Fig. 1A und 1B jeweils eine Ansicht einer schematisierten Prinzipskizze einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung;

Fig. 2 eine Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines geeigneten Fluxgate-Sensorelementes innerhalb der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung;

Fig. 3 eine Ansicht einer dritten Ausführungsform eines geeigneten Fluxgate-Sensorelementes innerhalb der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform eines geeigneten Fluxgate-Sensorelementes, gefertigt in Dünnschichttechnik;

Fig. 5 eine schematische Darstellung mit wichtigen Komponenten zur Signalverarbeitung innerhalb der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung.

In Fig. 1A ist eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung schematisiert dargestellt. Erkennbar ist hierbei die periodisch magnetisierte Meßteilung (1) mit alternierenden, abwechselnd magnetisierten Bereichen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein sogenanntes einseitig mehrpoliges Magnetisierungsmuster vorgesehen, bei dem abwechselnd magnetische Nord- und Südpole aneinanderstoßen. Als Teilungsperiode  $t$  der magnetischen Meßteilung (1) sei der Abstand zweier benachbarter identischer Pole definiert, also der Abstand zweier benachbarter Nord-Pole etc. Neben einer derartigen Magnetisierung kommt jedoch auch eine andere periodische Magnetisierung wie etwa eine axial mehrpolige Magnetisierung der magnetischen Meßteilung in Betracht. Ferner ist es möglich, anstelle einer Permanentmagnet-Meßteilung (1) ein derartiges periodisches Magnetisierungsmuster auch mit Hilfe eines

Elektromagneten oder dgl. zu erzeugen.

Desweiteren kann im Fall einer Winkelmeßeinrichtung die magnetische Meßteilung nicht nur linear, sondern auch kreisförmig ausgeführt sein.

In der Längsrichtung der magnetischen Meßteilung (1) verschiebbar ist die Abtasteinheit mit ein oder mehreren magnetfeld-empfindlichen Elementen (2) angeordnet, wobei die Verschiebbarkeit in Fig. 1A durch den entsprechenden Pfeil angedeutet werden soll. Von der Abtasteinheit ist hierbei lediglich das magnetfeldempfindliche Element (2), ausgeführt als Fluxgate-Element (2) dargestellt. Die Verschieberichtung sei im folgenden mit der Verschiebe-Koordinate x bezeichnet.

Innerhalb der Abtasteinheit der erfundungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung dienen ein oder mehrere Fluxgate-Elemente (2) als magnetfeld-empfindliche Sensorelemente; im Ausführungsbeispiel der Fig. 1A und 1B ist dabei lediglich ein einziges Fluxgate-Element (2) vorgesehen, welches das magnetische Meßteilungs-Feld abtastet.

Das verwendete Fluxgate-Element (2) umfaßt einen weichmagnetischen flachen Trägerkörper (3) bzw. Sensorkern, der im dargestellten Ausführungsbeispiel eine länglich-rechteckförmige Form aufweist. Als geeignetes Material für den Trägerkörper (3) erweist sich z. B. Permalloy als vorteilhaft. Es können hierfür jedoch auch andere Materialien in Betracht kommen, die ein leichtes Ummagnetisieren erlauben, also eine niedrige Koerzitiv-Feldstärke aufweisen. Ebenso sind auch andere geometriemäßige Ausbildungen des Trägerkörpers realisierbar. Sowohl zur Materialwahl als auch zur Geometrie des Fluxgate-Sensors sei zudem auf die in der erwähnten Veröffentlichung von H. Hauser und M. Gaußlitsch beschriebenen Alternativen verwiesen.

An den beiden Enden des Trägerkörpers (3) ist im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils eine Erreger-spule (4.1, 4.2) angeordnet, d. h. um den Trägerkörper (3) gewickelt. Die Erregerspulen (4.1, 4.2) werden über eine nicht dargestellte Spannungsquelle mit einer hochfrequenten Wechselspannung gespeist, wobei die Erregerfrequenz bei etwa 40 kHz liegt. Die Wechselspannung kann hierbei sinus-, rechteck- oder dreieckförmig gewählt werden. Ebenso existieren verschiedenste Verschaltungsmöglichkeiten für die Erregerspulen, beispielsweise ist sowohl eine serielle als auch eine parallele Verschaltung der Erregerspulen möglich.

Neben den beiden Erregerspulen (4.1, 4.2) sind im dargestellten Ausführungsbeispiel ferner zwei Sensorspulen-Paare (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) um den linearen Trägerkörper (3) gewickelt, die ebenso wie die Erregerspulen (4.1, 4.2) lediglich schematisiert dargestellt sind. Sämtliche Spulen (4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2) sind somit parallel und linear in x-Richtung zueinander angeordnet und erlauben derart eine kompakte Ausführung der gesamten Abtasteinheit.

Durch das Anlegen des hochfrequenten Wechselfeldes an die beiden Erregerspulen (4.1, 4.2) wird im Trägerkörper (3) ein entsprechend hochfrequentes Wechselfeld aufgebaut, das wiederum eine Wechselspannung in den Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) induziert. Beim Abtasten des Meßteilungsfeldes bewirken die Magnetfeld-Komponenten in der Ebene des flachen Trägerkörpers (3) auch eine Änderung der Amplituden der in den Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) induzierten Wechselspannung, die wiederum als Maß für den Relativ-Versatz ausgewertet werden.

Die Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) sind im dargestellten Ausführungsbeispiel nunmehr so auf dem linearen

Trägerkörper (3) angeordnet, daß der Abstand zwischen den Spulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) eines Paares jeweils  $t/2$  beträgt also die Hälfte der Teilungsperiode der magnetischen Meßteilung (1). Im Hinblick auf die exakte Abstandsdefinition sei hierbei eine Querschnittsebene durch die Mitte der jeweiligen Spulen gelegt, die senkrecht zur Zeichenebene und zur x-Richtung orientiert ist. Die oben erwähnten Abstände seien dann von Querschnittsebene zu Querschnittsebene definiert.

Ferner sind die Spulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) eines jeden Spulenpaars in Differenz zueinander geschaltet, d. h. seriell gegenseitig miteinander verbunden. Prinzipiell wäre auch eine parallele Verschaltung der Sensorspulen realisierbar. Die benachbarten Spulenpaare (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) wiederum sind im dargestellten Ausführungsbeispiel um  $t/4$  zueinander versetzt angeordnet, so daß ausgangsseitig um  $90^\circ$  phasenversetzte Signale aus diesen beiden Spulenpaaren resultieren.

Die beiden um  $t/4$  zueinander versetzten Spulenpaare (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) liefern demzufolge bei der Relativ-Verschiebung des Fluxgate-Elementes (2) zur magnetischen Meßteilung (1) amplitudenmodulierte Signale, die um  $t/4$  bzw.  $90^\circ$  zueinander phasenversetzt sind. Diese Signale wiederum können nach dem auch bei Resolvern bekannten Prinzip der Amplitudenauswertung trägerfrequenter Signale weiterverarbeitet und zur Positionsbestimmung herangezogen werden. Hinsichtlich der dem Fachmann geläufigen Auswertung innerhalb geeigneter Interpolations-Einheiten sei an dieser Stelle etwa auf den Abschnitt "Abtastung mit Trägerfrequenz" in "Digitale Längen- und Winkelmeßtechnik", A. Ernst, Verlag moderne Industrie auf Seite 27–28 verwiesen. Ferner seien in diesem Zusammenhang die Auswertschaltungen innerhalb des bekannten Inductosyn-Meßsystems erwähnt.

Eine Draufsicht auf das verwendete Fluxgate-Element (2) des ersten Ausführungsbeispiels zeigt Fig. 1B inklusive der Erregerspulen-Zuleitungen (4.10, 4.20) und der Signalspannungs-Abgriffe (5.10, 5.20, 6.10, 6.20) der beiden Sensorspulen-Paare (5.1, 5.2, 6.1, 6.2). Die Signalspannungen der beiden Sensorspulen-Paare (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) werden hierbei als  $0^\circ$ - und  $90^\circ$ -Signal bezeichnet, bzw. als Sinus- und Cosinus-Signal.

Neben der in den Fig. 1A und 1B dargestellten Ausführungsform des verwendeten Fluxgate-Elementes (2) existieren eine Reihe weiterer Möglichkeiten zur Ausgestaltung der erfundungsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung, wobei im folgenden noch einige mögliche Ausführungs-Varianten beschrieben werden. Sämtlichen Ausführungsformen ist jedoch gemeinsam daß ein Trägerkörper bzw. Sensorkern vorgesehen ist, um den mindestens eine Erregerspule sowie n Sensorspulen gewickelt sind, wobei  $n > = 2$  gilt. Die Sensorspulen wiederum sind in einem Abstand  $t/m + k * t$  zueinander angeordnet, wobei  $k = 0, 1, 2 \dots$  gilt und m eine rationale Zahl größer als 1 ist. Über den Ausdruck  $t/m$  wird demzufolge ein beliebig gewählter Bruchteil einer Teilungsperiode der Meßteilung definiert. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1A und 1B wurde  $m = 4$  gewählt.

Hierbei seien die Abstände wie oben definiert betrachtet, d. h. die Abstände werden von Spulenmitte zu Spulenmitte gerechnet.

Im Gegensatz zum beschriebenen Ausführungsbeispiel der Fig. 1A und 1B mit vier Sensorspulen sind demzufolge im allgemeinen Fall mindestens zwei um  $t/m + k * t$  versetzte Sensorspulen vorgesehen, wobei  $k = 0, 1, 2 \dots$  gilt und m eine rationale Zahl größer 1

darstellt, so daß ausgangsseitig zur erforderlichen Richtungskennzeichnung mindestens zwei definiert phasenversetzte Signale anliegen.

Als vorteilhaft erweist sich ferner, wenn die Anordnung der einzelnen Sensorspulen auf dem Trägerkörper dargestellt erfolgt, daß die Windungszahl der verwendeten Spulen möglichst dahingehend ortsabhängig variiert wird, Signalform der Ausgangssignale sicherzustellen.

Eine weitere mögliche Ausführungsform des Fluxgate-Elementes (22) innerhalb der erfundsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung ist in Fig. 2 dargestellt. Hierbei ist wiederum ein langer, flacher Trägerkörper (23) vorgesehen, um den die verschiedenen Spulen (24.1, 24.2, 25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2) angeordnet sind. Neben den beiden Erregerspulen (24.1, 24.2) an den Enden des Trägerkörpers (23) ist eine dritte Erregerspule (24.3) etwa in der Mitte des Trägerkörpers (23) vorgesehen. Zwischen der mittig angeordneten Erregerspule (24.3) und den beiden endseitig angeordneten Erregerspulen (24.1, 24.2) sind ferner beidseitig je zwei Paare von Sensorspulen (25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2) montiert. Die Sensorspulen (25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2) weisen dabei die gleichen Abstandsverhältnisse auf wie im vorab beschriebenen Ausführungsbeispiel, d. h. die Sensorspulen eines Paares sind im Abstand  $t/2$  voneinander angeordnet, während die Sensorspulen des benachbarten Paares um  $t/4$  hierzu versetzt sind. Ausgangsseitig liefern die Sensorspulen-Paare die um  $90^\circ$  phasenversetzten Signale.

In einer dritten möglichen Ausführungsform gemäß Fig. 3 sind insgesamt drei Fluxgate-Sensoranordnungen (32.1, 32.2, 32.3) parallel zueinander auf einem geeigneten Trägerelement (39) angeordnet, wobei die einzelnen Fluxgate-Sensoranordnungen (32.1, 32.2, 32.3) grundsätzlich der des ersten beschriebenen Ausführungsbeispiels entsprechen. Zwischen den endseitig an den Trägerkörpern (33.1, 33.2, 33.3) angeordneten Erregerspulen (334.1, 334.2, 234.1, 234.2, 134.1, 134.2) sind jeweils zwei Paare von Sensorspulen (335.1, 335.2, 336.1, 336.2, 235.1, 235.2, 236.1, 236.2, 135.1, 135.2, 136.1, 136.2) vorgesehen.

Mit einer Anordnung gemäß Fig. 3 ist eine nochmals verbesserte Signalintensität innerhalb der erfundsgemäßen magnetischen Positionsmeßeinrichtung zu erwarten.

Eine weitere Ausführungsvariante zeigt schließlich Fig. 4, wo der komplette Fluxgate-Sensor (42) der erfundsgemäßen Positionsmeßeinrichtung in Dünnschicht-Technik ausgeführt dargestellt ist. Auf einem Trägersubstrat (47), vorzugsweise aus Silizium, ist der flache, weichmagnetische Trägerkörper (43) aus Permalloy angeordnet. Um den Trägerkörper (43) sind wiederum die Erreger- (44.1, 44.2) und Sensorspulen (45.1, 45.2, 45.3, 45.4) angeordnet, wobei diese als auch die Verbindungsleitungen und Kontaktflächen (48.1 ... 6) in bekannter CMOS-Technik gefertigt sind. Eine derartige Ausführung des Fluxgate-Sensorelementes (43) bietet zum einen den Vorteil einer rationellen Fertigung in größeren Stückzahlen. Zum anderen ist es auf diese Art und Weise möglich, das Sensorelement (43) sehr kompakt auszuführen und bei kleinen möglichen Meßteilungen eine hohe Meßauflösung zu erzielen.

Die Verschaltung der endseitig angeordneten Erregerspulen (44.1, 44.2) kann in der dargestellten Ausführungsform hierbei sowohl seriell oder aber parallel erfolgen.

Bei den Sensorspulen ist eine Differenz-Verschaltung

der ersten und dritten Sensorspule (45.1, 45.3) zu einem ersten Sensor-Spulenpaar vorgesehen, während die zweite und vierte Sensorspule (45.2, 45.4) ebenfalls in Differenz zu einem zweiten Sensor-Spulenpaar verschaltet sind.

Eine schematisierte Darstellung mit wichtigen Komponenten zur Signalverarbeitung innerhalb der erfundsgemäßen Positionsmeßeinrichtung zeigt in schematisierter Form Fig. 5. Die von den mindestens zwei, auf dem Trägerkörper (53) angeordneten Sensorspulen (55.1, 55.2) des Fluxgate-Elementes registrierten Ausgangssignale beim Versetzen von magnetischer Meßteilung und Sensorelement gelangen über Vorverstärker-Einheiten (56.1, 56.2) auf eine Interpolationseinheit (57) die in bekannter Art und Weise die für die Signal Weiterverarbeitung erforderlichen Signale aufbereitet. Hierbei ist es prinzipiell auch möglich, lediglich eine einzige Vorverstärker-Einheit einzusetzen. Im Hinblick auf die Signalverarbeitung innerhalb der Interpolationseinheit (57) sei etwa auf das auch bei Resolvern bekannte Prinzip der Amplitudenauswertung von trägerfrequenten Signalen verwiesen, das bereits oben erwähnt wurde.

Daneben umfaßt die Auswerte-Elektronik noch eine Oszillatoren-Einheit (58), die die Erregerspule(n) (54) hochfrequent speist und zudem ein Takt-Referenzsignal für die Interpolationseinheit (57) liefert.

Die erfundsgemäße Positionsmeßeinrichtung stellt somit ein alternatives Meßsystem dar, das z. B. in verschmutzungsanfälligen Umgebungen vorteilhaft einsetzbar ist. Es ergeben sich dabei eine Reihe von Ausführungsvarianten, je nach gewählter Anwendung.

#### Patentansprüche

1. Magnetische Positionsmeßeinrichtung zur Bestimmung der Relativlage zweier zueinander beweglicher Objekte mit mindestens einem Fluxgate-Sensor (2; 22; 32.1, 32.2, 32.3) zur Abtastung einer periodisch magnetisierten Meßteilung (1) mit der Teilungsperiode  $t$ , wobei der Fluxgate-Sensor (2; 22; 32.1, 32.2, 32.3) mindestens eine Erregerspule (4.1, 4.2; 24.1, 24.2, 24.3; 134.1, 134.2, 234.1, 234.2; 54) sowie mindestens zwei um einen weichmagnetischen Trägerkörper (3; 23; 33.1, 33.2, 33.3; 43; 53) angeordnete Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2; 25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2; 135.1, 135.2, 136.1, 136.2, 235.1, 235.2, 236.1, 236.2, 237.1, 237.2; 45.1, 45.2, 45.3, 45.4; 55.1, 55.2) umfaßt, die zueinander im Abstand  $(t/m + k * t)$  angeordnet sind, wobei  $k = 0,1, 2 \dots$  gilt und in eine rationale Zahl größer als 1 ist.

2. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, wobei zwei Erregerspulen (4.1, 4.2; 24.1, 24.2; 134.1, 134.2, 234.1, 234.2, 334.1, 334.2; 54) an den Enden eines linear ausgeführten Trägerkörpers (3; 23; 33.1, 33.2, 33.3; 43; 53) angeordnet sind.

3. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 2, wobei mindestens eine weitere Erregerspule (24.3) zusätzlich zwischen den an den Enden angeordneten Erregerspulen (24.1, 24.2) vorgesehen ist.

4. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, wobei mindestens zwei Sensorspulen-Paare vorgesehen sind, deren Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2; 25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2; 135.1, 135.2, 136.1, 136.2, 235.1, 235.2, 236.1, 236.2, 237.1, 237.2; 45.1, 45.2, 45.3, 45.4; 55.1, 55.2) jeweils

einen Abstand von  $(t/2 + k * t)$  zueinander aufweisen und die Sensorspulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2; 25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2; 135.1, 135.2, 136.1, 136.2, 235.1, 235.2, 236.1, 236.2, 237.1, 237.2; 45.1, 45.2, 45.3, 45.4; 55.1, 55.2) der unterschiedlichen 5 Sensorspule-Paare um  $(t/4 + k * t)$  zueinander versetzt auf dem Trägerkörper (3; 23; 33.1, 33.2, 33.3; 43; 53) angeordnet sind, mit  $k = 0, 1, 2 \dots$

5. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 4, wobei mehrere Sensorspulen-Paare in linearer Anordnung über mehrere Meßteilungsperioden  $t$  hin auf einem Trägerkörper (3; 23; 33.1, 33.2, 33.3; 43; 53) angeordnet sind. 10

6. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 4, wobei die Sensorspulen-Paare jeweils in 15 Differenz zueinander geschaltet sind.

7. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, wobei mehrere Fluxgate-Sensoren (32.1, 32.2, 32.3) mit linearem Trägerkörper (33.1, 33.2, 33.3) parallel zueinander angeordnet sind. 20

8. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der komplette Fluxgate-Sensor in Dünnfilmtechnik gefertigt ist. 25

9. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 8, wobei auf einem Silizium-Substrat ein weichmagnetischer Permalloy-Kern als Trägerkörper (3; 23; 33.1, 33.2, 33.3; 43; 53) angeordnet ist und die Spulen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2; 25.1, 25.2, 26.1, 26.2, 27.1, 27.2, 28.1, 28.2; 135.1, 135.2, 136.1, 136.2, 235.1, 235.2, 236.1, 236.2, 237.1, 237.2; 45.1, 45.2, 45.3, 45.4; 55.1, 55.2) sowie die zwischen den Spulen verlaufenden Verbindungsleitungen in CMOS-Technik ausgeführt sind. 30

10. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Oszillator-Einheit (58) vorgesehen ist, die die Erregerspule(n) (54) mit hochfrequenter Wechselspannung speist und ein Referenzsignal für eine mit den Sensorspulen (55.1, 55.2) verbundene Interpolations-Einheit (57) liefert. 35

11. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 10, wobei zwischen die Sensorspulen (55.1, 55.2) und die Interpolations-Einheit (57) mindestens eine Vorverstärker-Einheit (56.1, 56.2) geschaltet ist. 40

12. Magnetische Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 10, wobei die vorgesehene Interpolations-Einheit (57) nach dem Prinzip der Amplitudenauswertung trägerfrequenter Signale arbeitet. 45

50

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1A

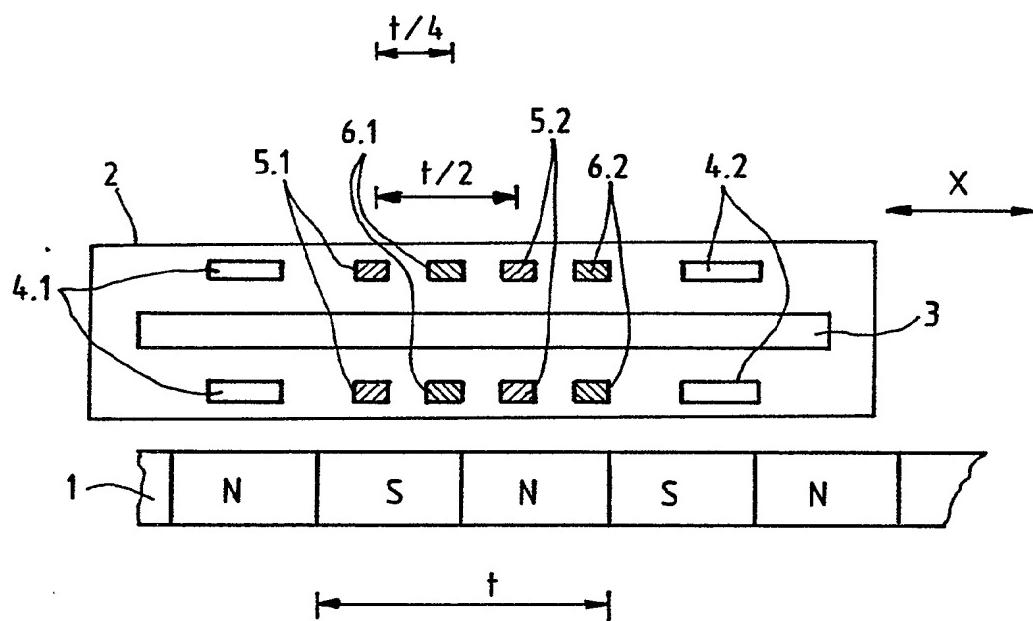


FIG. 1B

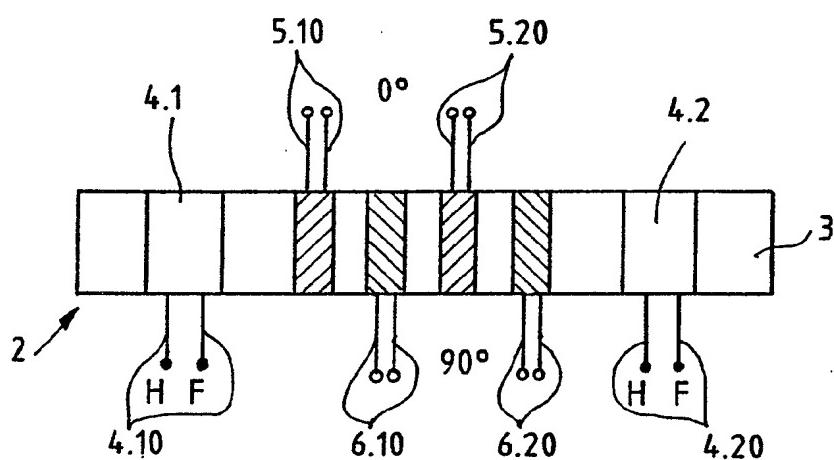


FIG. 2

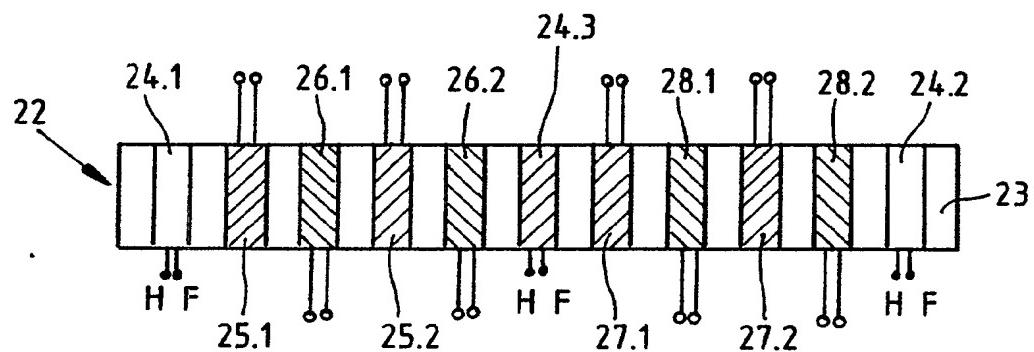


FIG. 3

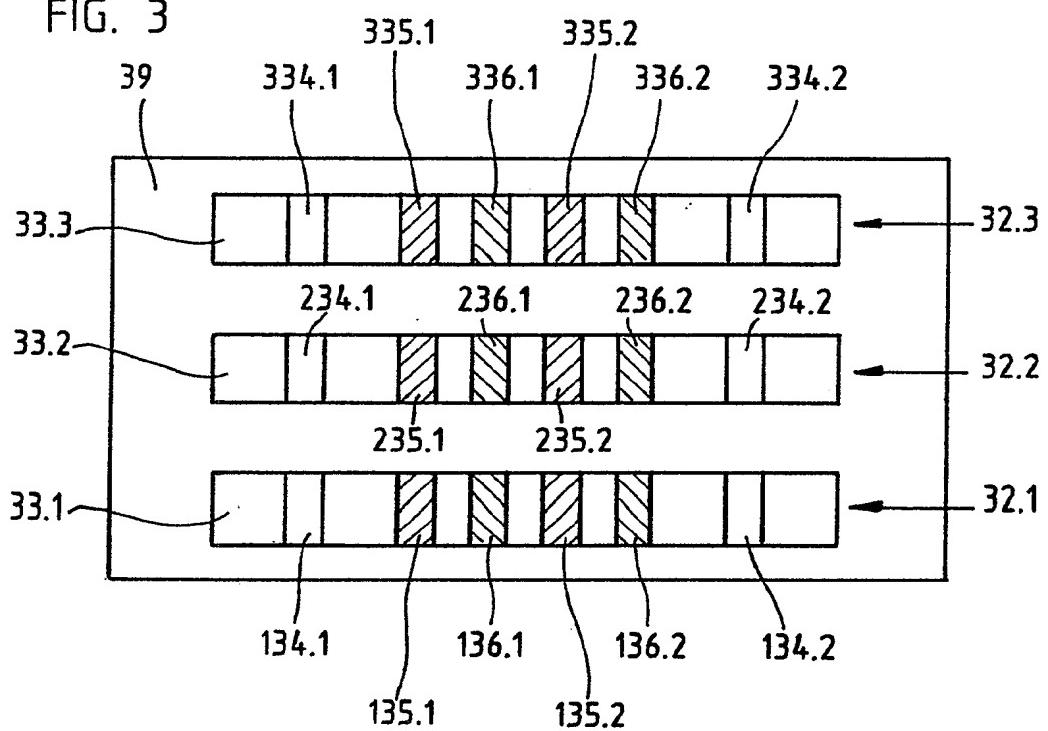


FIG. 4

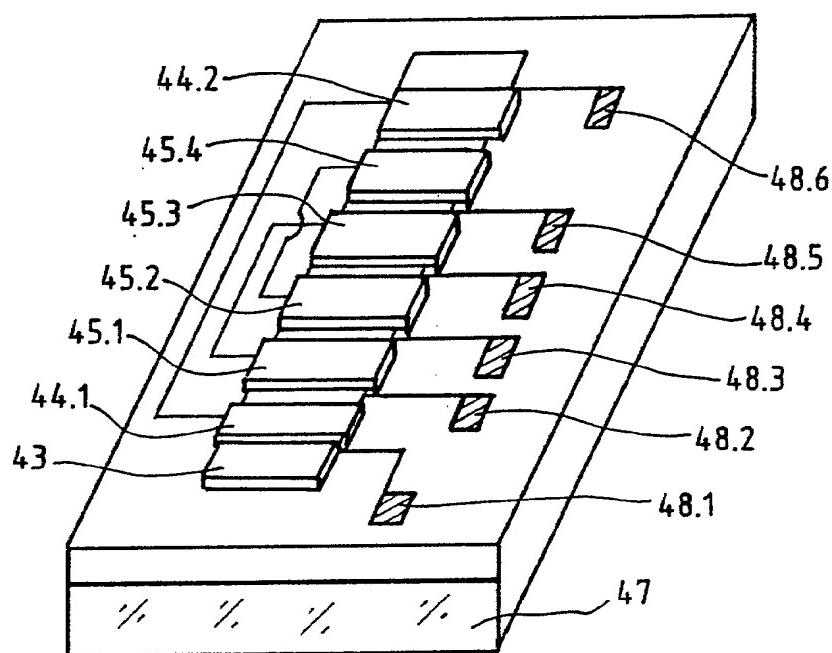


FIG. 5

